

БЕЗОТХОДНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЫЛЕЙ И ШЛАМОВ, СОДЕРЖАЩИХ ЦИНК

В.И. Горда, А.В. Кравченко, А.А. Троянский
Украинский центр технической экологии
Донецкий национальный технический университет

Розроблена рентабельна для умов України технологія утилізації металургійних шламів та пилу, що містять цинк, без попереднього їх огрудкування. В якості базової енерго-технологічної складової процесу використовується вугілля.

Проблема утилизации железосодержащих доменных и сталеплавильных шламов в черной металлургии в последние годы обострилась в связи с повышением в них содержания цинка, свинца и солей щелочных металлов, вредно влияющих на доменный процесс. Особенно нежелателен в доменной печи цинк, который вызывает образование настелей и разрушение футеровки. В связи с этим использование цинксодержащих шламов без предварительной подготовки на многих металлургических предприятиях Украины затруднено или невозможно. Существующие в промышленно развитых странах технологии утилизации ЖСО, содержащих цинк, финансово весьма затратные как по оборудованию, так и по переделу, и для экономики Украины неприемлемы.

Таким образом, задача разработать и освоить рентабельную в условиях Украины технологию и агрегат для переработки металлургических шламов и пылей, содержащих цинк, сегодня на наш взгляд, является одной из наиболее актуальных инновационных задач металлургической отрасли. И база для решения такой задачи имеется. В результате многолетней работы сотрудниками ДонНТУ и проектного института «УкрЦТЭК» разработана, запатентована и доведена до стадии опытно-промышленного производства технология утилизации металлургических пылей и шламов, содержащих цинк, в одну стадию – технология газогенераторной восстановительной плавки (ГВП) [1-3].

Главной особенностью предлагаемой технологии является утилизация пылей и шламов без предварительного их окускования попутно с газификацией твёрдого топлива в одном агрегате. Аппаратурно-технологическая схема процесса показана на рис. 1. Установка работает следующим образом. Копильник 2 и шахта 1 заполняются углем

и установка включается в работу в режиме газогенератора т.е. посредством воздушного дутья через фурмы 3, осуществляется газификация угля с выработкой генераторного газа.

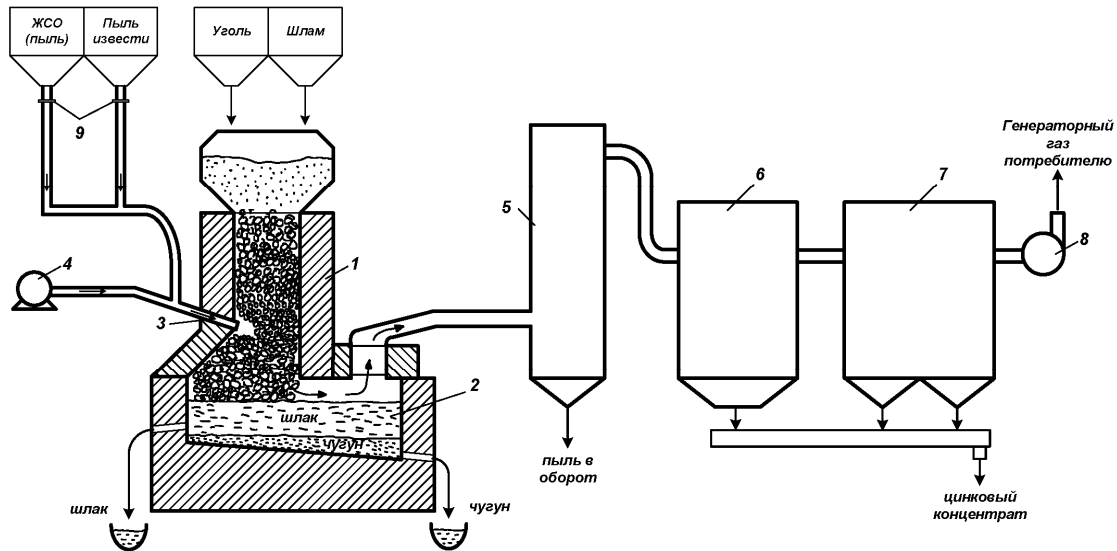
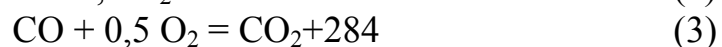
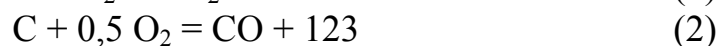


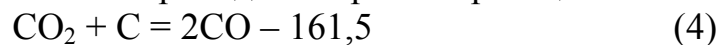
Рис. 1. Схема утилизации металлургических пылей и шламов, содержащих цинк.

1 – шахта газогенератора; 2 – копильник; 3 – фурма; 4 – вентилятор высокого давления; 5 – осадительная камера; 6 – котел-утилизатор; 7 – рукавный фильтр; 8 – дымосос; 9 – питатель-дозатор.

Газификация углерода в окислительной зоне протекает в соответствии со следующими первичными реакциями с выделением теплоты, МДж/кмоль:



В восстановительной зоне проходит вторичная реакция

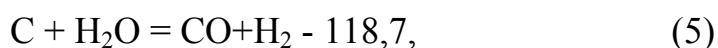


в результате которой вырабатывается генераторный газ.

За счет экзотермических реакций (1-3) в окислительной зоне температура быстро повышается до 1350-1750°C и зависит от количества вдуваемого воздуха (кислорода). При этом, максимально эффективным является использование обратного процесса газификации – уголь и газ движутся в шахте в одном направлении и газ отводится снизу. Это существенно отражается на качестве генераторного газа, поскольку влага шихты и продукты термического разложения топлива (полу-

коксовый газ, смола и т.п.) попадая в зону восстановления, восстанавливаются до CO и H₂.

Условия, при которых происходит газификация углей, как нельзя лучше отвечают требованиям термовосстановительной утилизации металлургических шламов и пыли, причем без предварительной их подготовки. Для этого пыль необходимо дуть непосредственно в окислительную зону с помощью воздуха, а влажный шлам загружать в шахту газогенератора сверху вместе с углем. При этом влага шлама реагирует с углеродом по реакции:



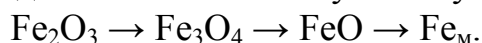
продукты которой включаются в состав генераторного газа.

Кислород, как составляющая часть воздуха, или как самостоятельный агент, используемый для транспортировки пыли, в результате взаимодействия с углеродом по реакции (2), реформировавшись в CO, также переходит в генераторный газ.

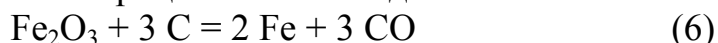
Чтобы не нарушать отрегулированный ход газогенераторного процесса, согласно массы внесенной со шламом влаги и массы кислорода в транспортном агенте пыли, в газогенератор вносят дополнительную порцию углерода, необходимого для реакций (2) и (5). При этом обеспечивают также условия термонеutrальности, то есть суммарный тепловой эффект указанных реакций поддерживают равным нулю.

Таким образом, активные окислительные компоненты газовой фазы H₂O и O₂, которые своим присутствием в стандартных условиях тормозят восстановительный процесс, в нашем случае, за счет дополнительного количества углерода, реформируются в генераторный газ, увеличивая его объем на выходе из газогенератора.

Вместе с тем, пыль и высушенный шлам, в окислительной зоне расплавляются и в виде мелких капель опускаются вниз в восстановительную зону. В восстановительной зоне оксиды железа и цинка восстанавливаются. Восстановление оксидов железа протекает ступенчато – от высшего оксида к металлическому железу:



Итоговая реакция этого процесса имеет вид:



Теоретически, согласно этой реакции для получения 1 кг железа необходимо израсходовать 0,32 кг C и 4,38 МДж теплоты, которая обеспечивается горением угля по реакции (2).

Цинк восстанавливается по реакции:



и в виде возгонов, попутно с генераторным газом, направляется в газоочистку, где охлаждается и улавливается вместе с пылью. Для восстановления 1 кг цинка требуется 0,19 кг С и 3,5 МДж теплоты.

Таким образом, восстановление оксидов железа и цинка, содержащихся в пылях и шламах, также обеспечивается внесением в газогенератор одновременно с пылью и шламом необходимого для этого количества углерода. Химический состав генераторного газа от этого не ухудшается, а его количество увеличивается за счет кислорода оксидов железа и цинка, который в результате восстановительных реакций, переходит в состав СО.

В результате протекания описанных выше реакций в копильнике печи собираются жидкие продукты (железофлюс или чугун и шлак), а в газодод поступает генераторный газ. Жидкие продукты выпускаются из копильника через летки. При этом чугун или железофлюс являются товарными продуктами, а шлак может быть использован для производства теплоизоляционных или других стройматериалов на минеральной основе.

Генераторный газ пропускают через стандартную цепь аппаратов очистки от пыли и охлаждения, после чего подают на приемники потребления, где путём сжигания утилизируется его тепловой потенциал (5-5,5МДж/м³).

Уловленная на первой стадии очистки крупная пыль подаётся на переработку в начало процесса. Более мелкая пыль, уловленная в котле-утилизаторе и рукавном фильтре, вместе с сконденсированными частицами цинка представляет собой богатый по цинку концентрат (60-70% Zn) и реализуется сторонним потребителям.

Выводы

Приведенные технические особенности процесса позволяют выделить следующие преимущества данной технологии:

- потребность процесса в энергии и химических превращениях может быть полностью обеспечена за счёт углерода рядовых углей, что в полной мере соответствует концепции энергетической независимости Украины;

- термовосстановительная обработка исходных материалов без предварительного окускования значительно увеличивает скорость восстановления оксидов железа и цинка пылешламовых частиц по сравнению с аналогичными превращениями, имеющими место в окатышах или брикетах. Практически это означает более высокую удельную производительность установок, реализующих предлагаемую технологию;

- отсутствие участка окускования существенно снижает капиталоёмкость процесса, упрощает технологическую схему переработки отходов и снижает себестоимость подготовки отходов к утилизации;

- отпадает необходимость глубокого обезвоживания и сушки шламов, так как вода является одним из трёх компонентов газификации углерода (воздух, пар, кислород). В газогенераторе может утилизироваться шлам с влажностью 10-15%. Это обстоятельство является ещё одной предпосылкой для экономии материально-энергетических ресурсов: в технологической линии по подготовке шламов к переработке исключаются фильтрпрессы, сушильные печи и т.п.;

- процесс гибко управляем: в зависимости от времени выдержки расплава в копильнике меняется степень металлизации конечного продукта – от агломерата до чугуна. В соответствующей пропорции изменяются и энергозатраты (расход угля) на процесс;

- благодаря достаточно высокой калорийности производимого генераторного газа, после очистки от пыли и цинка, его химическая энергия легко утилизируется с выработкой пара или электроэнергии. Таким образом, коэффициент использования угля в предлагаемом процессе близок к максимально возможному;

- реализуется принцип безотходности производства – в результате переработки ЖСО производятся железосодержащий продукт, цинк-продукт, теплоизоляционные материалы и генераторный газ.

Перечисленные преимущества предопределяют высокую рентабельность технологии ГГВП. По предварительным расчетам, срок окупаемости одного модуля ГГВП для утилизации 16 тыс. т/год сталеплавильных пылей, содержащих цинк, составляет менее полугода.

Реализация вышеприведенной технологии позволит существенно повысить экологическую безопасность металлургического производства за счет полной и комплексной утилизации пылей и шламов доменного, сталеплавильного и прокатного производства.

Библиографический список

1. Горда В.И. Разработать технологию металлизации и обесцинкования железосодержащих шламов с применением индукционного нагрева: отчет о НИР (заключительный) / Донецкий политехн. ин-т (ДПИ); рук. Горда В.И. – Д., 1991. – 180 с. – х/т 89-150; № ГР 01890028250.
2. Горда В.И. Технология переработки пылевидного металлургического сырья и отходов / В.И. Горда, В.И. Ростовский, А.В. Ростовский, М.В. Ушакова // Национальная металлургия – М. – 2001, №2 – с. 12-15.
3. Пат. 2182184 Российская федерация, МПК7 С 22 В 7/00, 19/00. Способ переработки железосодержащих материалов [текст] / Горда В.И., Ростовский А.В., Ушакова М.В.; заявитель и патентообладатель ООО «Юниликс». - № 2001117995/02; заявл. 02.07.2001; опубл. 10.05.2002, Бюл. № 13. – 3 с.: ил.